

10501723

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juli 2003 (24.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/060292 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01D 5/28**,
25/00, 5/30, B23P 15/04

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14499

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Dezember 2002 (18.12.2002)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAST, Ulrich**
[DE/DE]; Holzhofstrasse 1, 81667 München (DE).
HERMANN, Wolfgang [DE/DE]; Luxemburger Allee
119, 45481 Mülheim a.d. Ruhr (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

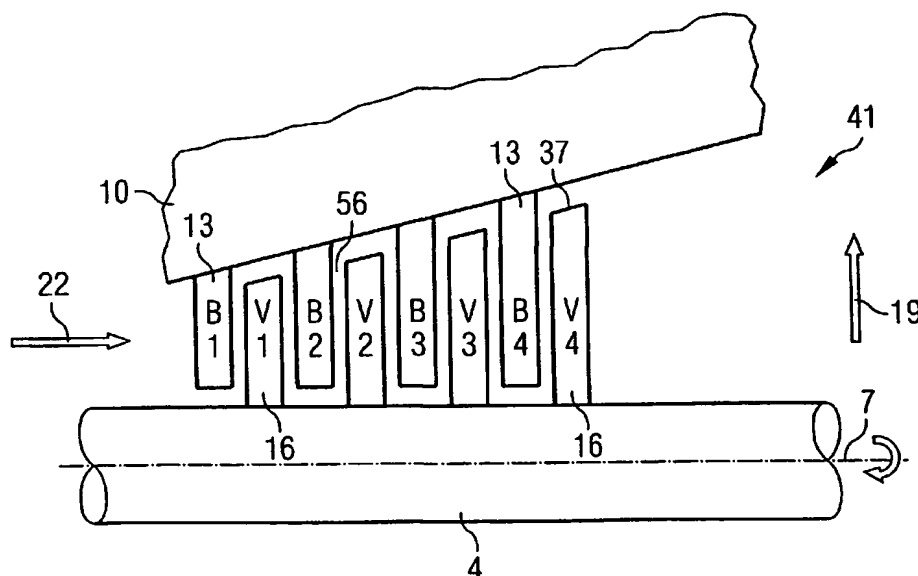
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(30) Angaben zur Priorität:
02001348.8 18. Januar 2002 (18.01.2002) EP (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBINE COMPRISING AT LEAST FOUR STAGES AND USE OF A TURBINE BLADE WITH A REDUCED MASS

(54) Bezeichnung: TURBINE MIT MINDESTENS VIER STUFEN UND VERWENDUNG EINER TURBINENSCHAUFEL MIT VERRINGERTER MASSE



(57) Abstract: The invention relates to a turbine comprising at least four stages and to the use of a rotor blade with a reduced mass. In prior art, rotor blades in the fourth stage of a gas turbine, which exceed 50 cm in length, cause problems relating to mechanical strength, as centrifugal forces of too great a magnitude occur during the rotation of the rotor blades. An inventive rotor blade (16) in the fourth row (V4) of a gas turbine (41) has a reduced density as a result of a high proportion of a ceramic, thus reducing the centrifugal force.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/060292 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CN, JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Turbinenschaufel mit mindestens vier Stufen und Verwendung einer Laufschaufel mit verringerter Masse. Nach dem Stand der Technik bereiten Laufschaufeln in der vierten Stufe einer Gasturbine, die eine Länge von 50cm überschreiten, Probleme bezüglich der mechanischen Festigkeit, weil beim Rotieren der Laufschaufeln zu große Fliehkräfte auftreten. Eine erfindungsgemäße Laufschaufel (16) in der vierten Reihe (V4) einer Gasturbine (41) weist durch einen hohen Keramikanteil eine geringere Dichte auf, so dass die Fliehkräfte reduziert sind.

TURBINE MIT MINDESTENS VIER STUFEN UND VERWENDUNG
EINER TURBINENSCHAUFEL MIT VERRINGERTER MASSE

- 5 Die Erfindung betrifft eine Turbine mit mindestens vier Stufen gemäß Anspruch 1 und Verwendung einer Turbinenschaufel mit verringerter Dichte gemäss Anspruch 9.

Die Verwendung von keramischen Leitschaufeln in Gasturbinen
10 ist aus der US-PS 3,992,127 bekannt. Keramische Leitschaufeln werden eingesetzt, weil die Keramik gute Hochtemperatureigenschaften aufweist. Insbesondere in der ersten Reihe hinter der Brennkammer (erste Stufe der Turbine) treten besonders hohe Temperaturen auf, die nur Keramiken
15 aushalten können, wobei die Turbinenschaufeln in der ersten Reihe die kleinsten sind.

Aus der US-PS 5,743,713 ist eine keramische Schaufel bekannt, die in eine metallische Läuferscheibe einer Turbine
20 eingesetzt ist.

Aus der US-PS 4,563,128 ist eine keramische Schaufel bekannt, die einen metallischen Kern aufweist, der außen mit Keramik umkleidet ist und sich bis zu einem radialen Ende der
25 Schaufel erstreckt. Der Volumenanteil des metallischen Kerns ist sehr hoch.

Keramische Laufschaufeln werden bisher nur auf Grund ihrer hohen Temperaturbeständigkeit in der oder den
30 temperaturkritischen Stufen einer Turbine eingesetzt, während in den nachfolgenden Stufen üblicherweise metallische Laufschaufeln (insbesondere aus Ni-Basislegierungen oder aus TiAl-Legierungen) Verwendungen finden.

35 Eine deutliche Steigerung des Wirkungsgrades von Gasturbinen kann erzielt werden, wenn zumindest ab der vierten Stufe die Turbinenlaufschaufeln z.B. um etwa 20% gegenüber einer

herkömmlichen Dimensionierung vergrößert werden. Diese Vergrößerung ab der vierten Stufe führt allerdings bei unveränderter Drehzahl zu einer erheblichen Zunahme der Fliehkräfte bei den Schaufeln, welche diese und die Scheiben, an denen die Schaufeln befestigt sind, in unzulässiger Weise belasten.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Turbine aufzuzeigen, deren Wirkungsgrad gegenüber einer Turbine mit herkömmlicher Beschau felung erhöht ist.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Turbine in der vierten Stufe jeweils Laufschaufeln mit einer Länge von mindestens 50cm Länge aufweist, die einen hohen Anteil von einem Material mit einer Dichte von maximal 4g/cm^3 haben und bspw. aus Keramik sind, wodurch die Masse gegenüber einer üblichen metallischen Beschau felung in herkömmlicher Dimensionierung deutlich verringert ist. Daher kann die Schaufellänge oder Schaufelblattlänge gegenüber metallischen Schaufeln erheblich verlängert werden.

Es können auch Vollkeramik- oder Hohlkeramikschaufeln verwendet werden, die auf metallischen Scheiben des Turbinenläufers befestigt sind, wie es aus der US-PS 5,743,713 bekannt ist.

Ebenso vorteilhaft ist es, keramische Laufschaufeln zu verwenden, die einen metallischen Kern aufweisen, der von Keramik umgeben ist. Dabei ist der Volumenanteil der Keramik sehr hoch, so dass gegenüber einer rein metallischen Schaufel mit einer eventuell vorhandenen dünnen keramischen Schutzschicht eine deutlich geringere Masse vorhanden ist.

Ein weiterer Vorteil einer leichteren Schaufel ist es, dass die mechanische Belastung der Scheibe, an der die Schaufel befestigt ist, bei der Rotation aufgrund der geringeren anhängenden Masse kleiner ist.

In den Figuren ist die Erfindung schematisch dargestellt und wird nachfolgend mit weiteren Einzelheiten und vorteilhaften
5 Weiterbildungen näher erläutert.

Es zeigen

Figur 1 eine Gasturbine,
Figur 2 einen Teilbereich einer Gasturbine mit einer vierten
10 Laufschaufelstufe,
Figur 3 eine Laufschaufel und eine Läuferscheibe,
Figur 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV der Figur 3,
Figur 5a, b weitere Ausführungsbeispiele einer Laufschaufel.

15

Figur 1 zeigt schematisch in einem Längsschnitt eine Turbine, bspw. eine Gasturbine 41. Die Erfindung ist aber nicht beschränkt auf eine Gasturbine.

20

Entlang einer einen Zuganker 4 aufweisenden Turbinenwelle sind ein Verdichter 47, eine Brennkammer 50 und ein Turbinenteil 53 hintereinander angeordnet. Das Turbinenteil 53 weist einen Heissgaskanal 56 auf. Im Heissgaskanal 56 sind Gasturbinenschaufeln 13, 16 angeordnet. Leitschaufel- und
25 Laufschaufelkränze sind wechselnd aufeinanderfolgend vorgesehen. Die Gasturbinenschaufeln 13, 16 werden beispielsweise über eine kombinierte Luft- und/oder Dampfkühlung gekühlt. Dazu wird beispielsweise dem Verdichter 47 Verdichterluft entnommen und über eine Luftführung 63 den
30 Gasturbinenschaufeln 13, 16 zugeführt. Über eine Dampfzuführung 66 wird den Gasturbinenschaufeln 13, 16 bspw. auch Dampf zugeführt. Vorzugsweise stammt dieser Dampf aus einer Dampfturbine eines kombinierten Gas- und Dampfprozesses.

35

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt einer Gasturbine 41. Die Gasturbine 41 hat eine Turbinenwelle mit einem Zuganker 4, der sich um eine Achse 7 dreht. In radialer Richtung 19, die senkrecht zur Achse 7 verläuft, erstrecken sich mehrere
5 Leitschaufeln 13 und mehrere Laufschaufeln 16, die bspw. in dem Heissgaskanal 56 angeordnet sind. Es sind mindestens vier Laufschaufelreihen und bspw. vier Leitschaufelreihen, also vier Stufen vorhanden. Die erste Leitschaufelreihe kann bspw. durch eine spezielle Brenneranordnung ersetzt werden.
10 Von den Schaufeln 16 in der vierten Stufe ist hier nur eine beispielhaft dargestellt.

Die Laufschaufeln 16 sind beispielsweise auf Metallscheiben (25, Fig. 3) an der durch den Zuganker 4 zusammengehaltenen
15 Turbinenwelle befestigt und drehen sich mit dem Zuganker 4 um die Achse 7.

Die Leitschaufeln 13 sind drehfest an einem Gehäuse 10 der Gasturbine 41 befestigt.
20 In Richtung der Achse 7 strömt ein Heißgas 22 in der Zeichnung von links nach rechts und ist mit einem Pfeil schematisch dargestellt.

Die in Strömungsrichtung 22 vierte Laufschaufelreihe ist mit
25 V4 gekennzeichnet. Die Laufschaufeln in der vierten Stufe sind jeweils Laufschaufeln 16, die einen hohen Materialvolumenanteil aus einem Material mit einer Dichte von maximal 4g/cm^3 haben und bspw. aus Keramik sind und die eine Länge von mindestens 50cm, insbesondere von mindestens 65cm
30 aufweisen.

Da die Dichte von keramischen Werkstoffen im Bereich von 1,5 bis $3,5\text{g/cm}^3$ liegt und damit deutlich unter den Dichten von Nickel-Basis-Legierungen mit 8g/cm^3 und von TiAl-Legierungen
35 von etwa $4,5\text{g/cm}^3$ liegt, weist eine solche keramische Laufschaufel eine gegenüber einer entsprechenden metallischen Laufschaufel deutliche Reduzierung der Masse auf, so dass bei

der Rotation dieser Laufschaufeln geringere Fliehkräfte, insbesondere am äußeren radialen Ende 37 der Laufschaufel 16 auftreten und insbesondere den Fuß der Laufschaufel 16 und dessen Verankerung in der Turbinenwelle belasten.

5

Durch die Verlängerung der Turbinenlaufschaufeln der vierten Reihe um z.B. etwa 20% lässt sich eine erhebliche Steigerung des Wirkungsgrades von Gasturbinen erzielen. Keramische Laufschaufeln sind beispielsweise ganz aus Keramik, wobei die
10 Keramik vorteilhaft aus verschiedenen Schichten von Keramiken bestehen kann. So können faserverstärkte CMC Oxidkeramiken oder faserverstärkte CMC-Nichtoxidkeramiken nicht-oxidische Keramiken wie z. B. Kohlenstofffasern oder SiC-Fasern in einer entsprechenden Kohlenstoff- oder Silizium-Karbid-Matrix
15 verwendet werden. Ebenso können oxidische Systeme verwendet werden, z. B. Mullit-Fasern oder Aluminium-Oxid-Fasern in einer Mullit-Matrix.

Die Keramiken können wiederum mit einer Schutzschicht 36
20 (Fig. 4a) gegen Korrosion und Oxidation beschichtet sein, wie sie von den metallischen Turbinenschaufeln bekannt sind: Yttrium stabilisiertes Zirkonoxid, Bornitrid, Spinelle.

25 Figur 3 zeigt eine Laufschaufel 16 mit einer Länge L zwischen Plattform 17 und radialem Ende der Laufschaufel 16, die bspw. vollkommen aus Keramik gebildet und in einer metallischen Läuferscheibe 25 drehfest eingesetzt ist. Die metallische Scheibe 25 ist mit dem Zuganker 4 verbunden und dreht sich
30 mit ihm.

Der Durchmesser der Scheibe 25 ist nicht größer als üblich und auch nicht den höchsten Temperaturen innerhalb des Heissgaskanals 56 ausgesetzt, so dass man wie bei einer
35 herkömmlichen Turbine weiterhin Metall als Material für die Scheibe 25 verwenden kann.

Ebenso ist es möglich, sogenannte Hybrid-Turbinenschaufeln zu verwenden, die noch einen metallischen Kern aufweisen, der von einer Keramik umgeben ist, wie es beispielsweise aus der US-PS 4,563,128 bekannt ist. Der Offenbarungsgehalt dieser Schrift zum Aufbau der keramischen Turbinenschaufel soll ausdrücklich Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung sein. Weitere Arten von Hybridschaufeln sind denkbar.

- 10 Figur 4 zeigt eine beispielhafte Hybridschaufel 16. Ein
Schaufelblatt 28 besteht an seiner Aussenfläche aus Keramik
39. Im Innern ist ein metallischer Kern 31 bspw. aus einer
Nickel- und/oder Cobalt-Superlegierung vorhanden. Der
metallische Kern 31 bildet bspw. auch einen Fussteil 34 der
15 Schaufel 16.

In radialer Richtung 19 erstreckt sich der metallische Kern 31 nicht bis zum radialen Ende 37 der Schaufel 16, sondern bspw. nur bis zu z.B. 70% der Länge des Schaufelblatts 28 in
20 radialer Richtung 19, da sonst die durch die Fliehkräfte bei der vorgesehenen Drehzahl der Turbine hervorgerufenen Belastungen die mechanische Festigkeit des metallischen Kerns oder des Schaufelfußes oder der Verankerung in der Turbinenwelle übersteigen würden.

25 Der metallische Kern 31 kann zumindest teilweise aus metallischen Schaum sein, um eine weitere Gewichtsersparnis zu erzielen.

30 Der Volumenanteil am Material der Keramik beträgt mindestens 40% oder überragt bspw. auch den des metallischen Kerns 31, so dass die Schaufel 16 einen hohen Materialvolumenanteil aus Keramik aufweist.

35 Der Anteil der Keramik 39 kann sich auch überwiegend am Ende 37 der Schaufel 16 befinden, da dort die grössten Fliehkräfte auftreten (Fig. 5a). Ein restlicher Teil 38 der Schaufel 16

besteht aus Metall, bspw. aus einer Nickel- und/oder Cobalt-Superlegierung. Die Hybridschaufel 16 kann auch zur weiteren Gewichtsreduzierung innen hohl ausgeführt sein.

- 5 Ebenso kann, wie in Figur 5b dargestellt ist, ein Gerüst aus 40 aus Metall bspw. aus einer Nickel- und/oder Cobalt-Superlegierung vorgesehen sein, in das keramische Teile eingesetzt werden.
- 10 Das Gerüst 40 besteht bspw. aus einer Vorderkante 70, die von dem Medium in Strömungsrichtung zuerst angeströmt wird, einer Hinterkante 73, dem Fussteil 34 und der Spitze 76 sowie dem radialen Ende 37.
- 15 Die Laufschaufel 16 kann innen auch hohl sein und durch Luft und/oder Dampfkühlung mit oder ohne Filmkühlbohrungen gekühlt werden.
- Es ist bisher nicht bekannt, dass man keramische
- 20 Laufschaufeln in gegenüber herkömmlicher Dimensionierung deutlich vergrößerter Länge auf Grund ihrer geringeren Dichte und der damit verbundenen Reduzierung der Fliehkräfte vorteilhaft zur Steigerung des Turbinenwirkungsgrades einsetzen kann.

Patentansprüche

1. Turbine, insbesondere Gasturbine,

die zumindest vier Stufen von aufeinanderfolgend

angeordneten Turbinenschaufeln aufweist,

wobei eine Stufe jeweils durch eine Laufschaufelreihe und
eine Leitschaufelreihe gebildet ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
zumindest die vierte Laufschaufelreihe (V4) Laufschaufeln

(16) aufweist, bei denen ein hoher Volumenanteil des
Materials eine Dichte von maximal 4g/cm^3 aufweist, so dass
gegenüber einer metallischen Laufschaufel eine deutlich
verringerte Masse vorhanden ist, und

dass die Laufschaufeln (16) eine Mindestlänge von 50cm
aufweisen.

2. Turbine nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Laufschaufel (16) jeweils in einer metallischen
Läuferscheibe (25) eingesetzt ist.

3. Turbine nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Laufschaufel (16) jeweils einen metallischen Kern (31)
aufweist, der von Keramik (39) umgeben ist.

4. Turbine nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Laufschaufel (16) jeweils nur aus Keramik (39) ist.

5. Turbine nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Laufschaufel (16) eine Länge von mindestens 65cm
aufweist.

6. Turbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Volumenanteil der Keramik (39) mindestens 40% beträgt.

5 7. Turbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Laufschaufel (16) zumindest ab 80% der Länge (L) des
Schaufelblatts (28) in radialer Richtung (19) nur noch aus
Keramik (39) ist.

10

8. Turbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Laufschaufel (16) ein metallisches Gerüst (40)
aufweist, in das Keramikteile (39) eingesetzt sind.

15

9. Turbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Material mit der Dichte von maximal 4g/cm^3 eine
Keramik oder ein Glas ist.

20

10. Turbine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Material mit der Dichte von maximal 4g/cm^3 ein
kohlenstoffhaltiges Material ist.

25

11. Verwendung einer Turbinenschaufel,
mit einem hohen Volumenanteil des Materials aus Keramik,
mit einer Mindestlänge von 50cm zumindest in der vierten
Reihe eines Laufschaufelkranzes (V4) einer Turbine (41)
30 zur Reduzierung der Masse einer Turbinenschaufel (16).

FIG 1

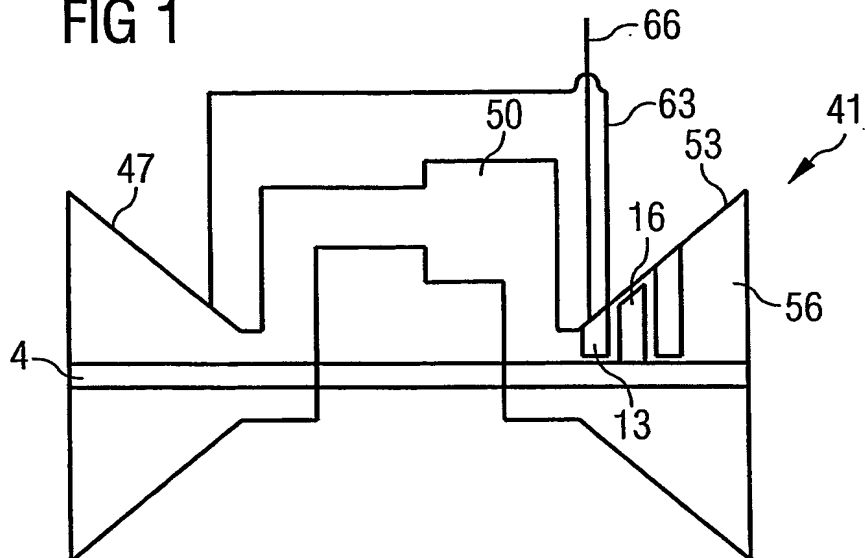


FIG 2

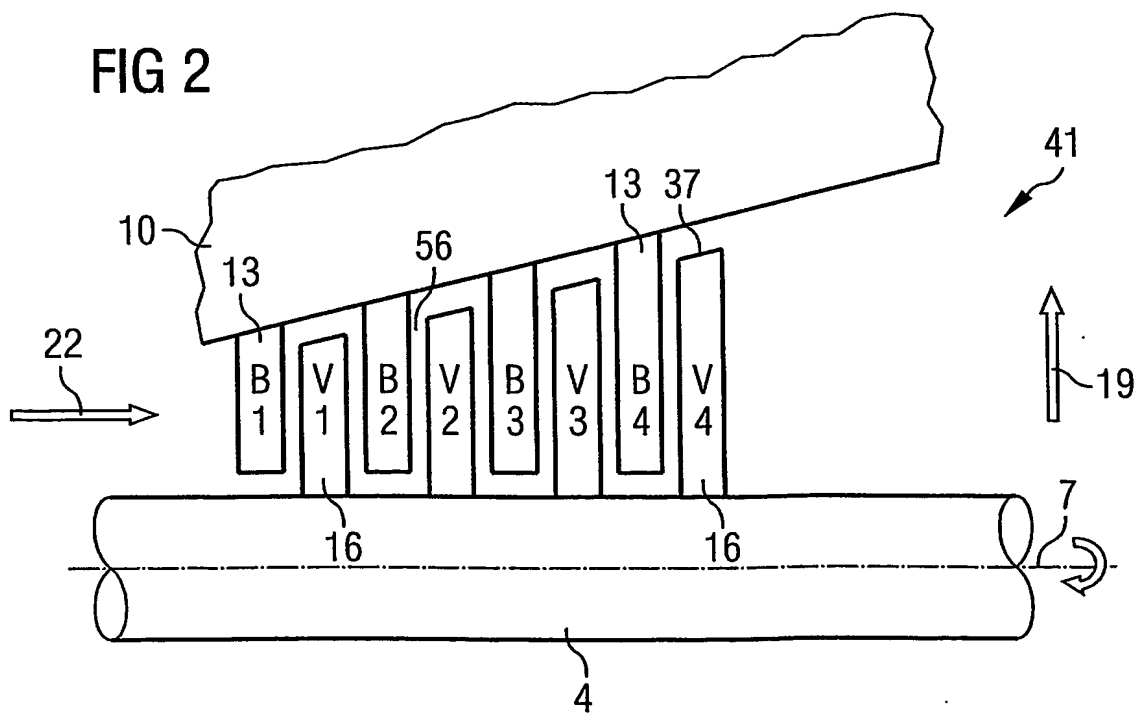


FIG 3

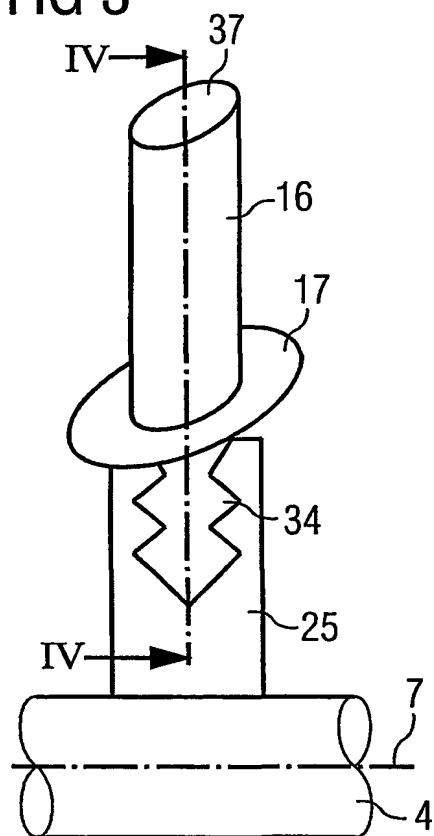


FIG 4

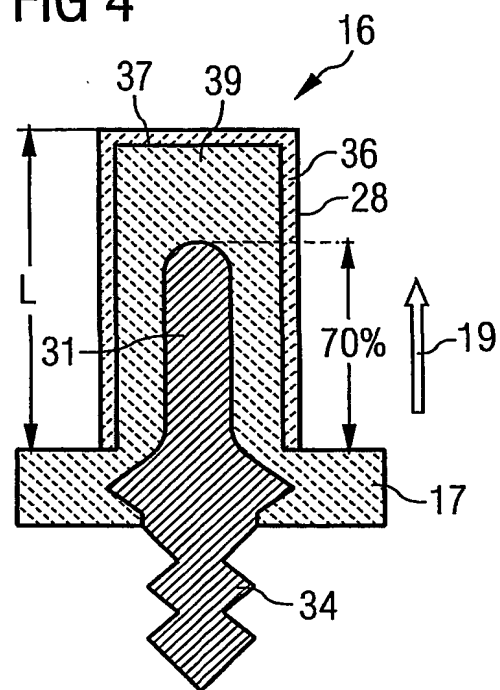


FIG 5A

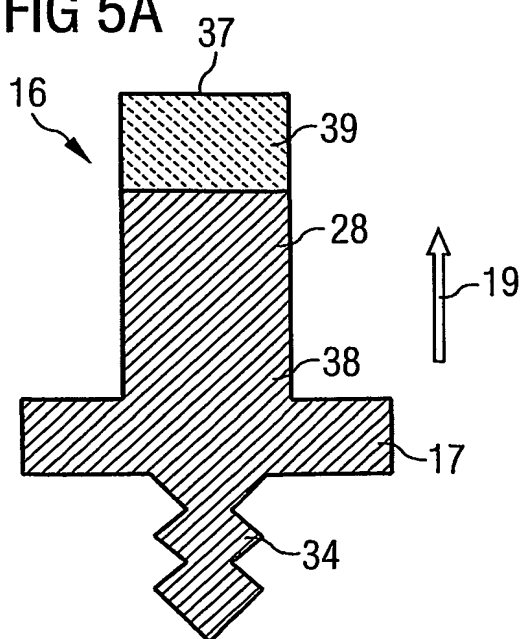
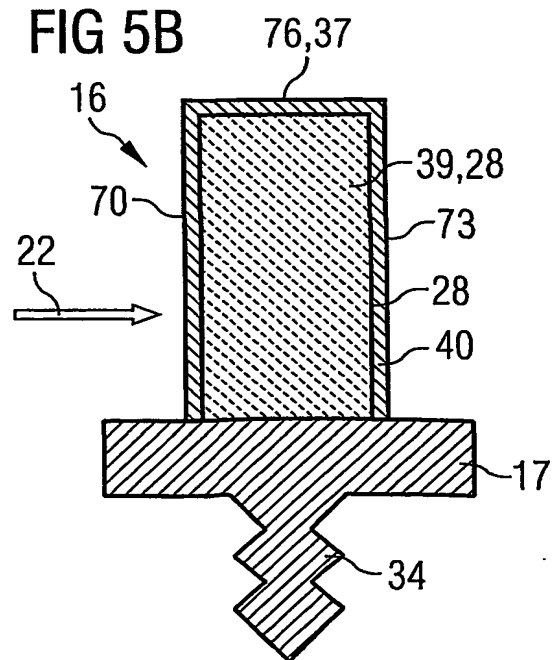


FIG 5B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/14499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01D5/28 F01D25/00 F01D5/30 B23P15/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 5 403 153 A (GOETZE RAYMOND H) 4 April 1995 (1995-04-04) column 1, line 26,65,66 -column 2, line 6-16,38-44,66; figures 1-4 column 3, line 7-14,35-55; figures 1-4 ---	1-6,8-11 7
Y A	US 4 285 634 A (ROSSMAN AXEL ET AL) 25 August 1981 (1981-08-25) column 1, line 30-62; figure 1 ---	1-6,8-11 7
Y A	FR 57 426 E (BOLSEZIAN GEORGES) 28 January 1953 (1953-01-28) column 3; figures 1-8 ---	1-6,8-11 7
Y	US 4 247 259 A (SABOE MICHAEL S ET AL) 27 January 1981 (1981-01-27) column 3, line 30-40; figures 1-3 ---	1-6,8-11
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2003

Date of mailing of the international search report

12/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chatziapostolou, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Pat. Application No

PCT/EP 02/14499

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 2 027 496 A (MOTOREN TURBINEN UNION) 20 February 1980 (1980-02-20) column 2, line 70-77; figures 1-3 ---	1-6,8-11
Y	US 5 743 713 A (HATTORI MITSURU ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) column 1, line 50-65 -column 2, line 1-17; figure 3 column 3, line 50-55 ---	1-6,8-11
A	EP 0 980 961 A (HITACHI LTD) 23 February 2000 (2000-02-23) abstract; figure 8 ---	1,11
A	GB 993 412 A (LAPORTE ACIDS LTD) 26 May 1965 (1965-05-26) column 5, line 27-25 -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/14499

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5403153	A	04-04-1995	NONE	
US 4285634	A	25-08-1981	DE 2834864 A1 FR 2433099 A1 GB 2027495 A ,B IT 1122733 B NL 7905609 A ,B, SE 432461 B SE 7905911 A	14-02-1980 07-03-1980 20-02-1980 23-04-1986 12-02-1980 02-04-1984 10-02-1980
FR 57426	E	28-01-1953	NONE	
US 4247259	A	27-01-1981	NONE	
GB 2027496	A	20-02-1980	DE 2834843 A1 FR 2433098 A1 IT 1122732 B NL 7905608 A SE 7905910 A	26-06-1980 07-03-1980 23-04-1986 12-02-1980 10-02-1980
US 5743713	A	28-04-1998	JP 9088506 A	31-03-1997
EP 0980961	A	23-02-2000	JP 2000054802 A EP 0980961 A1 US 6206634 B1 US 2001021346 A1	22-02-2000 23-02-2000 27-03-2001 13-09-2001
GB 993412	A	26-05-1965	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP 02/14499

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01D5/28 F01D25/00 F01D5/30 B23P15/04

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01D B23P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 403 153 A (GOETZE RAYMOND H) 4. April 1995 (1995-04-04)	1-6,8-11
A	Spalte 1, Zeile 26,65,66 -Spalte 2, Zeile 6-16,38-44,66; Abbildungen 1-4 Spalte 3, Zeile 7-14,35-55; Abbildungen 1-4	7
Y	US 4 285 634 A (ROSSMAN AXEL ET AL) 25. August 1981 (1981-08-25)	1-6,8-11
A	Spalte 1, Zeile 30-62; Abbildung 1	7
Y	FR 57 426 E (BOLSEZIAN GEORGES) 28. Januar 1953 (1953-01-28)	1-6,8-11
A	Spalte 3; Abbildungen 1-8	7
Y	US 4 247 259 A (SABOE MICHAEL S ET AL) 27. Januar 1981 (1981-01-27)	1-6,8-11
	Spalte 3, Zeile 30-40; Abbildungen 1-3	
	--- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/05/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chatziapostolou, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/14499

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 2 027 496 A (MOTOREN TURBINEN UNION) 20. Februar 1980 (1980-02-20) Spalte 2, Zeile 70-77; Abbildungen 1-3 ----	1-6,8-11
Y	US 5 743 713 A (HATTORI MITSURU ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Spalte 1, Zeile 50-65 -Spalte 2, Zeile 1-17; Abbildung 3 Spalte 3, Zeile 50-55 ----	1-6,8-11
A	EP 0 980 961 A (HITACHI LTD) 23. Februar 2000 (2000-02-23) Zusammenfassung; Abbildung 8 ----	1,11
A	GB 993 412 A (LAPORTE ACIDS LTD) 26. Mai 1965 (1965-05-26) Spalte 5, Zeile 27-25 -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern des Aktenzeichens
PCT/EP 02/14499

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5403153	A	04-04-1995	KEINE
US 4285634	A	25-08-1981	DE 2834864 A1 14-02-1980 FR 2433099 A1 07-03-1980 GB 2027495 A ,B 20-02-1980 IT 1122733 B 23-04-1986 NL 7905609 A ,B, 12-02-1980 SE 432461 B 02-04-1984 SE 7905911 A 10-02-1980
FR 57426	E	28-01-1953	KEINE
US 4247259	A	27-01-1981	KEINE
GB 2027496	A	20-02-1980	DE 2834843 A1 26-06-1980 FR 2433098 A1 07-03-1980 IT 1122732 B 23-04-1986 NL 7905608 A 12-02-1980 SE 7905910 A 10-02-1980
US 5743713	A	28-04-1998	JP 9088506 A 31-03-1997
EP 0980961	A	23-02-2000	JP 2000054802 A 22-02-2000 EP 0980961 A1 23-02-2000 US 6206634 B1 27-03-2001 US 2001021346 A1 13-09-2001
GB 993412	A	26-05-1965	KEINE